

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-258409

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 B 3/00  
B 2 9 D 11/00

識別記号

F I  
G 0 2 B 3/00  
B 2 9 D 11/00

Z

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-63518

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月13日

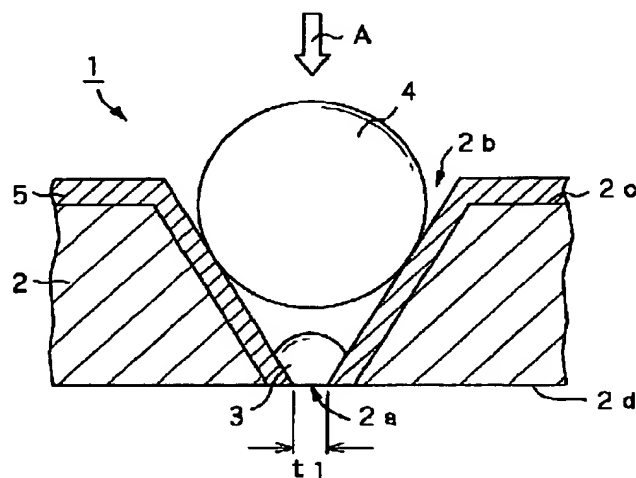
(71) 出願人 591243103  
財団法人神奈川科学技術アカデミー  
神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号  
(72) 発明者 興梠 元伸  
神奈川県横浜市旭区若葉台2-8-302  
(72) 発明者 八井 崇  
神奈川県川崎市宮前区野川3184-21  
(72) 発明者 大津 元一  
東京都品川区豊町3-1-8-101  
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 集光素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 近接場において用いる平面開口型プローブにおいて、光の集光効果を向上させて微小開口から出射する光の強度を向上させる。

【解決手段】 基板2の一方の面2cから他方の面2dに向かって開口が次第に小とされた複数の凹部2bを形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面2c側から塗布して上記凹部2b内に感光膜を形成する感光膜形成工程と、他方の面から露光を行う露光工程と、開口部内に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有し、凹部2b内に半球レンズ3を形成する。



開口プローブの一例

BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を形成する凹部形成工程と、

光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部内に感光膜を形成する感光膜形成工程と、

上記他方の面から露光を行う露光工程と、

上記凹部内に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有することを特徴とする集光素子の製造方法。

【請求項2】 上記基板がSiO膜と上記SiO膜上に形成されたSi膜とからなり、上記凹部形成工程は、上記基板のSi膜からSiO膜までエッチングを施すことで、開口が上記基板のSi膜からSiO膜に向かって次第に小となされた凹部を形成することを特徴とする請求項1記載の集光素子の製造方法。

【請求項3】 上記エッチングは、フッ硝酸(HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH=1:3:5)を用いて等方性エッチングを行うことを特徴とする請求項2記載の集光素子の製造方法。

【請求項4】 上記感光膜除去工程の後、上記エッチングで形成された凹部内に球レンズを形成するレンズ形成工程を行うことを特徴とする請求項2記載の集光素子の製造方法。

【請求項5】 上記感光膜形成工程は、形成する感光膜の膜厚をtとしたとき、

$$2[\mu\text{m}] \leq t \leq 3[\mu\text{m}]$$

の範囲内となるように感光膜を形成することを特徴とする請求項1記載の集光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光を集光する集光素子の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、集光機能を備えた近接場平面開口プローブ30は、図7に示すように、微小開口31が形成されたSi膜32を備え、Si膜32に断面略V字状の凹部32aが形成されてなるものであった。ここで、凹部32aの内壁には、例えばAu等の光反射素子が製膜されている。すなわち、この開口プローブ30は、一方の面30aから入射された光を集光して微小開口31から出射する構造となされている。

【0003】 また、この開口プローブ30では、凹部32aに球レンズ33を配し、さらなる集光効果の向上が図られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述の開口プローブ30では、Si膜32を断面略V字状に形成し、球レンズ

33を設けた構造として、微小開口31から出射する光の強度を向上させている。しかし、この開口プローブ30を円盤状記録媒体の記録再生に用いるときには、光が高周波でON/OFFが切り替えられるために、さらなる光強度の向上が望まれる。

【0005】 そこで、本発明は、上述したような実情に鑑みて提案されたものであり、近接場において用いる平面開口型プローブにおいて、光の集光効果を向上させて微小開口から出射する光の強度を向上させる集光素子の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上述の課題を解決する本発明に係る集光素子の製造方法は、基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部内に感光膜を形成する感光膜形成工程と、他方の面から露光を行う露光工程と、凹部内に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有することを特徴とする。

【0007】 このような集光素子の製造方法は、小さい開口の他方の面から露光を行うので、凹部を中心とした範囲で感光液を硬化させる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0009】 図1は、近接場に用いられる開口プローブ1の断面図である。この図1に示した開口プローブ1は、開口部2aを中心として凹部2bが形成されたSi基板2と、開口部2aに形成された半球レンズ3と、Si基板2の凹部2bに配設される球レンズ4とを備える。

【0010】 Si基板2は、複数の凹部2bが形成されてなる。このSi基板2には、一方の面2cから他方の面2dに向かって開口が次第に小となるように凹部2bが形成されている。また、このSi基板2上及び凹部4aの内壁には、光反射率の高い、例えば反射膜5が形成されている。

【0011】 凹部2bは、Si基板2の他方の面側に例えば約450nm程度の幅t1を有する開口部2aを有して形成される。この凹部2bは、一方の面2cから他方の面2d側に向かって開口が次第に小となるように形成されることにより、略V字状に形成されている。この凹部2bの内部には、反射膜5が形成されることにより、一方の面2c側から入射された光を集光して半球レンズ3に導く。

【0012】 半球レンズ3は、Si基板2の開口部2a上に形成され、半球状に形成されている。この半球レンズ3は、例えば光硬化性及び光透過性を有し、高屈折率

を有する樹脂材料からなる。この半球レンズ3は、側面がSi基板2及び反射膜5により接して形成されている。また、この半球レンズ3は、凹部2bの開口側が球状に形成されている。

【0013】このような開口プローブ1に入射される光は、図1中の矢印Aで示すように、Si基板2の一方の面2c側から入射されると、球レンズ4に入射され、凹部2b内に集光される。そして、この凹部2b内に集光された光は、凹部2bの内壁に形成された反射膜5により反射されて、半球レンズ3に導かれる。そして、半球

10 レンズ3に入射した光は、半球レンズ3により再び集光されて、開口部2aから他方の面2d側に出射される。

【0014】このような開口プローブ1は、半球レンズ3を形成することで、球レンズ4のみにより光を集光して開口部2aから出射するときと比較してさらに光の集光効果を向上させることができ、開口部2aから出射する光の強度を向上させることができる。

【0015】このような開口プローブ1の製造方法は、先ず、例えばSiO基板と、Si基板2とからなる2層構造の平板状基板を用意する。

【0016】次に、平板状基板のSi基板2側から異方性エッチングを施す。このように異方性エッチングを施すことにより、内壁が略V字状の凹部2bを形成する。この異方性エッチングを行うときには、例えば水酸化カリウム(KOH)を用いることで、略V字状の凹部2bを形成する。

【0017】次に、凹部2bが形成されたSi膜上にAuからなる反射膜5を形成する。

【0018】次に、凹部2b内に半球レンズ3を形成する。この半球レンズ3を形成するときには、凹部2b内に感光液を流し込み、SiO膜側から紫外線露光を行うことにより、半球レンズ3を形成する。なお、この半球

19 レンズ3を形成する工程についての説明は後述する。

【0019】次に、半球レンズ3が形成された凹部2b上に球レンズ4を形成して、図1に示した開口プローブ1を完成させる。

【0020】つぎに、上述の開口プローブ1の製造工程において、半球レンズ3を形成する工程についての詳細な説明をする。なお、以下の説明は、凹部2b内に半球

21 レンズ3が形成できることを確認するための説明である。

【0021】半球レンズ3を形成するときには、先ず、図2に示すように、ガラス11上にCr膜12を成膜し、さらに、このCr膜12上にAl膜13を成膜する。このCr膜12及びAl膜13の成膜法については、スパッタ法や蒸着法等の薄膜形成技術が用いられる。このようにCr膜12及びAl膜13を成膜することで、基板10を形成する。そして、この基板10に複数の開口部10aを形成するときには、基板にパターンエッチング等を施すことにより、開口部10aを形成す

る。

【0022】このように基板10は、平板状に成形され、この平板に複数の開口部10aが形成されてなる。この基板10は、例えば約2nm程度の膜厚を有するCr膜12と、約300nm程度の膜厚を有するAl膜13とがガラス基板11上に形成されてなる。

【0023】この基板10に形成された開口部10aは、約450nm程度の幅t2を有して形成される。また、この開口部10aは、基板10に対して垂直に形成する一例に限られず、断面略V字状に形成しても良い。すなわち、この開口部10aは、基板の一方の面10bから他方の面10cに向かうに従って、開口が小さくなる形状であっても良い。なお、本実施の形態においては、説明の便宜上、一つの開口部10aの近傍のみについて説明する。

【0024】次に、図3に示すように、Al膜13上に感光レジスト14を塗布する。この感光レジスト14は、粘度が約30cpのものをを用い、約2~3μm程度の膜厚で形成される。

20 【0025】次に、図4に示すように、基板10の他方の面10cから紫外領域の波長を有する光を照射する。このように基板10の他方の面10cから紫外線光を照射することで、感光レジスト14を開口部10aを通過した紫外線光により照射し、開口部10aを中心として硬化した露光領域15を形成する。なお、この工程では、紫外線光を約60秒程度の時間露光することで、露光部15を形成する。

【0026】次に、図5に示すように、塗布した感光レジスト14を除去する。このように感光レジスト14を除去することで、上述の露光されて硬化した露光部15を残して半球状の露光部15を形成する。

【0027】このような半球レンズの製造工程によれば、基板10の一方の面10bから感光レジスト14を約2~3μm程度の厚さに塗布し、基板10の他方の面10cから感光レジスト14を約60秒という比較的長い時間露光することで、基板10上に半球上の露光部15を形成することができる。

【0028】したがって、この図2~図5に示した製造工程と同様に、上述の開口プローブ1の製造工程においても、Si膜側から感光レジストを塗布し、SiO膜側から開口部2aに向かって、紫外線光を露光することで、開口部2a上であって、凹部2bの内部に半球レンズ3を形成できるとみなせる。

【0029】つぎに、図6に示すような開口プローブ20について説明する。

【0030】この開口プローブ20は、上述の開口プローブ1とほぼ同様の構成を有するが、Si膜21の内壁が略放物線形状となされた凹部22が形成されている点、球レンズが形成されていない点、で異なる。また、この凹部22の内壁には、Au膜23が製膜されてい

る。

【0031】このような開口ブローブ20に入射される光は、図6中の矢印Bで示すように、Si膜21の一方の面21a側から入射されると、凹部22内で反射を繰り返して半球レンズ24に導かれる。そして、半球レンズ24に入射した光は、半球レンズ24により集光されて、開口部25から他方の面20b側に射出される。

【0032】この開口プローブ20の製造方法は、上述の開口プローブ1とほぼ同様の製造方法であるが、Si膜21に対して等方性エッチングを行うことで、内壁が略放物線形状の凹部22を形成する点で異なる。

【0033】すなわち、この開口ブロープ20の製造工程においては、開口ブロープ1の製造工程と同様に、基板のSi基板側からフッ硝酸（HF：HNO<sub>3</sub>：CH<sub>3</sub>COOH=1：3：5）を用いてエッチングを行うことで、内壁が放物線形状の凹部22を形成する。そして、Si膜21上からAu膜23を製膜することで、図6に示した開口ブロープ20を作製する。

【００３４】このような開口プロープ２０の製造方法は、凹部２２を形成するときに、フッ硝酸を用いてエッチングを行うことにより、内壁を放物線形状とすることができる。従って、このような開口プロープ２０の製造方法により製造された開口プロープ２０は、凹部２２の半球レンズ２４への集光効果をさらに向上させることができる。また、この開口プロープ２０の製造方法によれば、上述の開口プロープ１の製造方法よりもさらに簡易な方法で高い集光効率を有する開口プロープ２０を製造することができる。

【0035】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る\* 30

\* 集光素子の製造方法は、基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部内に感光膜を形成する感光膜形成工程と、他方の面から露光を行う露光工程と、凹部内に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有するので、凹部を中心として半球状の感光膜を形成することができる。従って、この集光素子の製造方法によれば、凹部内に半球レンズを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る集光素子の製造方法により製造される開口プローブの一例を示す断面図である。

【図2】開口プローブの製造方法における開口が形成された基板の一例を示す断面図である。

【図3】基板上に感光レジストを形成したときの一例を示す断面図である。

【図4】基板の他方の面から紫外線光を照射して、露光領域を形成するときの一例を示す断面図である。

【図5】基板上の感光レジストを除去したときの一例を示す断面図である。

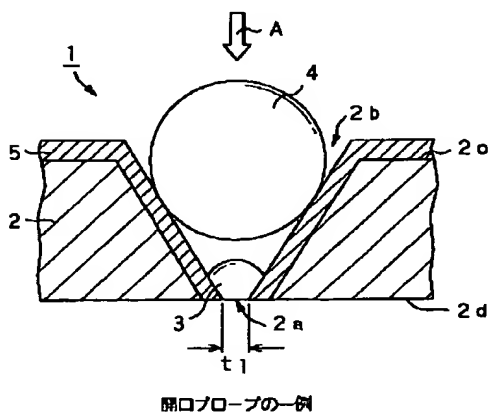
【図6】本発明に係る集光素子の製造方法により製造される開口プローブの他の一例を示す断面図である。

【図 7】従来の開口プローブの一例を示す断面図である。

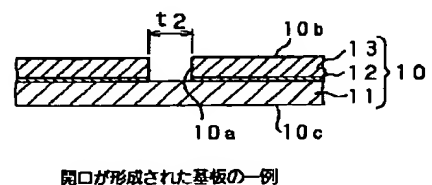
【符号の説明】

1, 20 開口プローブ、3, 24 半球レンズ、2  
b, 22 凹部

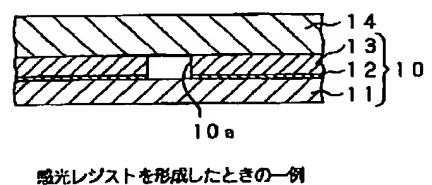
【図 1】



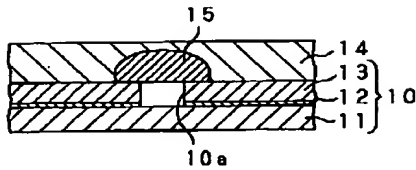
【図2】



【图 3】

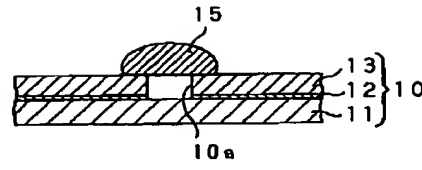


【図 4】



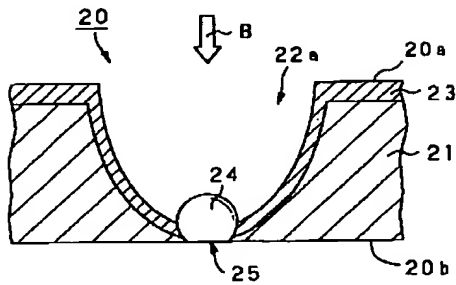
露光領域を形成したときの一例

【図 5】



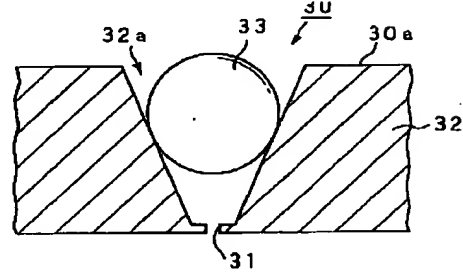
感光レジストを除去したときの一例

【図 6】



開口プロローブの他の一例

【図 7】



開口プロローブの一例

## 【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 3 月 15 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】集光素子の製造方法

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 SiO<sub>2</sub>膜と該 SiO<sub>2</sub>膜上に形成された Si 膜とからなる基板の Si 膜が形成された面から SiO<sub>2</sub>膜が形成された面に向かってエッチングを施すことで、開口が上記基板の Si 膜が形成された面から SiO<sub>2</sub>膜が形成された面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部に感光膜を形成する感光膜形成工程と、上記他方の面から露光を行う露光工程と、上記凹部に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有することを特徴とする集光素子の製造方法。

【請求項 2】 凹部形成工程は、フッ硝酸 (HF : HNO<sub>3</sub> : CH<sub>3</sub>COOH = 1 : 3 :

5) を用いて等方性エッチングを行うことを特徴とする請求項 1 記載の集光素子の製造方法。

【請求項 3】 上記感光膜除去工程の後、上記凹部形成工程で形成された凹部に球レンズを形成するレンズ形成工程を行うことを特徴とする請求項 1 記載の集光素子の製造方法。

【請求項 4】 上記感光膜形成工程は、形成する感光膜の膜厚を  $t$  としたとき、

$$2 [\mu\text{m}] \leq t \leq 3 [\mu\text{m}]$$

の範囲内となるように感光膜を形成することを特徴とする請求項 1 記載の集光素子の製造方法。

【請求項 5】 基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を、フッ硝酸 (HF : HNO<sub>3</sub> : CH<sub>3</sub>COOH = 1 : 3 : 5) を用いて等方性エッチングを行って形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部に感光膜を形成する感光膜形成工程と、上記他方の面から露光を行う露光工程と、上記凹部に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有することを特徴とする集光素子の製造方法。

【請求項 6】 上記基板が SiO<sub>2</sub>膜と上記 SiO<sub>2</sub>膜上に形成された Si 膜とからなり、

上記凹部形成工程は、上記基板のSi膜からSiO<sub>2</sub>膜までエッチングを施すことで、開口が上記基板のSi膜からSiO<sub>2</sub>膜に向かって次第に小となされた凹部を形成することを特徴とする請求項5記載の集光素子の製造方法。

【請求項7】 上記感光膜除去工程の後、  
上記凹部形成工程で形成された凹部に球レンズを形成するレンズ形成工程を行うことを特徴とする請求項5記載の集光素子の製造方法。

【請求項8】 上記感光膜形成工程は、形成する感光膜の膜厚をtとしたとき、

$$2[\mu\text{m}] \leq t \leq 3[\mu\text{m}]$$

の範囲内となるように感光膜を形成することを特徴とする請求項5記載の集光素子の製造方法。

【請求項9】 基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を形成する凹部形成工程と、

光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部に感光膜を形成する感光膜形成工程と、

上記他方の面から露光を行う露光工程と、

上記凹部に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程と、  
上記凹部形成工程で形成された凹部に球レンズを形成するレンズ形成工程とを有することを特徴とする集光素子の製造方法。

【請求項10】 上記基板がSiO<sub>2</sub>膜と上記Si膜上に形成されたSi膜とからなり、  
上記凹部形成工程は、上記基板のSi膜からSiO<sub>2</sub>膜までエッチングを施すことで、開口が上記基板のSi膜からSiO<sub>2</sub>膜に向かって次第に小となされた凹部を形成することを特徴とする請求項9記載の集光素子の製造方法。

【請求項11】 上記凹部形成工程は、  
フッ硝酸(HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH=1:3:5)を用いて等方性エッチングを行うことを特徴とする請求項9記載の集光素子の製造方法。

【請求項12】 上記感光膜形成工程は、形成する感光膜の膜厚をtとしたとき、

$$2[\mu\text{m}] \leq t \leq 3[\mu\text{m}]$$

の範囲内となるように感光膜を形成することを特徴とする請求項9記載の集光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光を集光する集光素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、集光機能を備えた近接場平面開口プローブ30は、図7に示すように、微小開口31が形成されたSi膜32を備え、Si膜32に断面略V字状

の凹部32aが形成されてなるものであった。ここで、凹部32aの内壁には、例えばAu等の光反射素子が製膜されている。すなわち、この開口プローブ30は、一方の面30aから入射された光を集光して微小開口31から出射する構造となされている。

【0003】また、この開口プローブ30では、凹部32aに球レンズ33を配し、さらなる集光効果の向上が図られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述の開口プローブ30では、Si膜32を断面略V字状に形成し、球レンズ33を設けた構造として、微小開口31から出射する光の強度を向上させている。しかし、この開口プローブ30を円盤状記録媒体の記録再生に用いるときには、光が高周波でON/OFFが切り替えられるために、さらなる光強度の向上が望まれる。

【0005】そこで、本発明は、上述したような実情に鑑みて提案されたものであり、近接場において用いる平面開口型プローブにおいて、光の集光効果を向上させて微小開口から出射する光の強度を向上させる集光素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決する本発明に係る集光素子の製造方法は、SiO<sub>2</sub>膜と該SiO<sub>2</sub>膜上に形成されたSi膜とからなる基板のSi膜が形成された面からSiO<sub>2</sub>膜が形成された面に向かってエッチングを施すことで、開口が上記基板のSi膜が形成された面からSiO<sub>2</sub>膜が形成された面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部に感光膜を形成する感光膜形成工程と、上記他方の面から露光を行う露光工程と、上記凹部に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有することを特徴とする。

【0007】また、本発明に係る集光素子の製造方法は、基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を、フッ硝酸(HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH=1:3:5)を用いて等方性エッチングを行って形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部に感光膜を形成する感光膜形成工程と、上記他方の面から露光を行う露光工程と、上記凹部に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有することを特徴とする。

【0008】更に、本発明に係る集光素子の製造方法は、基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上

記一方の面側から塗布して上記凹部内に感光膜を形成する感光膜形成工程と、上記他方の面から露光を行う露光工程と、上記凹部内に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程と、上記凹部形成工程で形成された凹部内に球レンズを形成するレンズ形成工程とを有することを特徴とする。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0010】図1は、近接場に用いられる開口プローブ1の断面図である。この図1に示した開口プローブ1は、開口部2aを中心として凹部2bが形成されたSi基板2と、開口部2aに形成された半球レンズ3と、Si基板2の凹部2bに配設される球レンズ4とを備える。

【0011】Si基板2は、複数の凹部2bが形成されてなる。このSi基板2には、一方の面2cから他方の面2dに向かって開口が次第に小となるように凹部2bが形成されている。また、このSi基板2上及び凹部4aの内壁には、光反射率の高い、例えば反射膜5が形成されている。

【0012】凹部2bは、Si基板2の他方の面側に例えば約450nm程度の幅t1を有する開口部2aを有して形成される。この凹部2bは、一方の面2cから他方の面2d側に向かって開口が次第に小となるように形成されることにより、略V字状に形成されている。この凹部2bの内部には、反射膜5が形成されることにより、一方の面2c側から入射された光を集光して半球レンズ3に導く。

【0013】半球レンズ3は、Si基板2の開口部2a上に形成され、半球状に形成されている。この半球レンズ3は、例えば光硬化性及び光透過性を有し、高屈折率を有する樹脂材料からなる。この半球レンズ3は、側面がSi基板2及び反射膜5により接して形成されている。また、この半球レンズ3は、凹部2bの開口側が球状に形成されている。

【0014】このような開口プローブ1に入射される光は、図1中の矢印Aで示すように、Si基板2の一方の面2c側から入射されると、球レンズ4に入射され、凹部2b内に集光される。そして、この凹部2b内に集光された光は、凹部2bの内壁に形成された反射膜5により反射されて、半球レンズ3に導かれる。そして、半球レンズ3に入射した光は、半球レンズ3により再び集光されて、開口部2aから他方の面2d側に出射される。

【0015】このような開口プローブ1は、半球レンズ3を形成することで、球レンズ4のみにより光を集光して開口部2aから出射するときと比較してさらに光の集光効果を向上させることができ、開口部2aから出射する光の強度を向上させることができる。

【0016】このような開口プローブ1の製造方法は、先ず、例えばSiO<sub>2</sub>基板と、Si基板2とからなる2層構造の平板状基板を用意する。

【0017】次に、平板状基板のSi基板2側から異方性エッチングを施す。このように異方性エッチングを施すことにより、内壁が略V字状の凹部2bを形成する。この異方性エッチングを行うときには、例えば水酸化カリウム(KOH)を用いることで、略V字状の凹部2bを形成する。

【0018】次に、凹部2bが形成されたSi膜上にAuからなる反射膜5を形成する。次に、凹部2b内に半球レンズ3を形成する。この半球レンズ3を形成するときには、凹部2b内に感光液を流し込み、SiO<sub>2</sub>膜側から紫外線露光を行うことにより、半球レンズ3を形成する。なお、この半球レンズ3を形成する工程についての説明は後述する。

【0019】次に、半球レンズ3が形成された凹部2b上に球レンズ4を形成して、図1に示した開口プローブ1を完成させる。

【0020】つぎに、上述の開口プローブ1の製造工程において、半球レンズ3を形成する工程についての詳細な説明をする。なお、以下の説明は、凹部2b内に半球レンズ3が形成できることを確認するための説明である。

【0021】半球レンズ3を形成するときには、先ず、図2に示すように、ガラス11上にCr膜12を成膜し、さらに、このCr膜12上にAl膜13を成膜する。このCr膜12及びAl膜13の成膜法については、スパッタ法や蒸着法等の薄膜形成技術が用いられる。このようにCr膜12及びAl膜13を成膜することで、基板10を形成する。そして、この基板10に複数の開口部10aを形成するときには、基板にパターンエッチング等を施すことにより、開口部10aを形成する。

【0022】このように基板10は、平板状に成形され、この平板に複数の開口部10aが形成されてなる。この基板10は、例えば約2nm程度の膜厚を有するCr膜12と、約300nm程度の膜厚を有するAl膜13とがガラス基板11上に形成されてなる。

【0023】この基板10に形成された開口部10aは、約450nm程度の幅t2を有して形成される。また、この開口部10aは、基板10に対して垂直に形成する一例に限られず、断面略V字状に形成しても良い。すなわち、この開口部10aは、基板の一方の面10bから他方の面10cに向かうに従って、開口が小さくなる形状であっても良い。なお、本実施の形態においては、説明の便宜上、一つの開口部10aの近傍のみについて説明する。

【0024】次に、図3に示すように、Al膜13上に感光レジスト14を塗布する。この感光レジスト14

は、粘度が約30cPのものを、約2~3μm程度の膜厚で形成される。

【0025】次に、図4に示すように、基板10の他方の面10cから紫外領域の波長を有する光を照射する。このように基板10の他方の面10cから紫外線光を照射することで、感光レジスト14を開口部10aを通過した紫外線光により照射し、開口部10aを中心として硬化した露光領域15を形成する。なお、この工程では、紫外線光を約60秒程度の時間露光することで、露光部15を形成する。

【0026】次に、図5に示すように、塗布した感光レジスト14を除去する。このように感光レジスト14を除去することで、上述の露光されて硬化した露光部15を残して半球状の露光部15を形成する。

【0027】このような半球レンズの製造工程によれば、基板10の一方の面10bから感光レジスト14を約2~3μm程度の厚さに塗布し、基板10の他方の面10cから感光レジスト14を約60秒という比較的長い時間露光することで、基板10上に半球上の露光部15を形成することができる。

【0028】したがって、この図2~図5に示した製造工程と同様に、上述の開口ブロープ1の製造工程においても、Si膜側から感光レジストを塗布し、SiO<sub>2</sub>膜側から開口部2aに向かって、紫外線光を露光することで、開口部2a上であって、凹部2bの内部に半球レンズ3を形成できるとみなせる。

【0029】つぎに、図6に示すような開口ブロープ20について説明する。

【0030】この開口ブロープ20は、上述の開口ブロープ1とほぼ同様の構成を有するが、Si膜21の内壁が略放物線形状となされた凹部22が形成されている点、球レンズが形成されていない点、で異なる。また、この凹部22の内壁には、Au膜23が製膜されている。

【0031】このような開口ブロープ20に入射される光は、図6中の矢印Bで示すように、Si膜21の一方の面21a側から入射されると、凹部22内で反射を繰り返して半球レンズ24に導かれる。そして、半球レンズ24に入射した光は、半球レンズ24により集光されて、開口部25から他方の面20b側に出射される。

【0032】この開口ブロープ20の製造方法は、上述の開口ブロープ1とほぼ同様の製造方法であるが、Si膜21に対して等方性エッチングを行うことで、内壁が略放物線形状の凹部22を形成する点で異なる。

【0033】すなわち、この開口ブロープ20の製造工程においては、開口ブロープ1の製造工程と同様に、基板のSi基板側からフッ硝酸(HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH=1:3:5)を用いてエッチングを行うことで、内壁が放物線形状の凹部22を形成する。そして、Si膜21上からAu膜23を製膜することで、図6に

示した開口ブロープ20を作製する。

【0034】このような開口ブロープ20の製造方法は、凹部22を形成するときに、フッ硝酸を用いてエッチングを行うことにより、内壁を放物線形状とすることができる。従って、このような開口ブロープ20の製造方法により製造された開口ブロープ20は、凹部22の半球レンズ24への集光効果をさらに向上させることができる。また、この開口ブロープ20の製造方法によれば、上述の開口ブロープ1の製造方法よりもさらに簡易な方法で高い集光効率を有する開口ブロープ20を製造することができる。

【0035】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る集光素子の製造方法は、基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を形成する凹部形成工程と、光透過性を有し、外部空間とは屈折率が異なる感光液を上記一方の面側から塗布して上記凹部内に感光膜を形成する感光膜形成工程と、他方の面から露光を行う露光工程と、凹部内に形成された感光膜のうち、上記露光工程で硬化されていない感光膜を除去する感光膜除去工程とを有するので、凹部を中心として半球状の感光膜を形成することができる。従って、この集光素子の製造方法によれば、凹部内に半球レンズを形成することができる。

【0036】また、本発明に係る集光素子の製造方法は、基板の一方の面から他方の面に向かって開口が次第に小とされた複数の凹部を、フッ硝酸(HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH=1:3:5)を用いて等方性エッチングを行って形成する凹部形成工程とを有するので、凹部の内壁を放物線形状とすることができる。したがって、このような集光素子の製造方法は、凹部における集光効果を向上させ簡易な方法で高い集光効率を有する集光素子を製造することができる。

【0037】更に、本発明に係る集光素子の製造方法は、凹部形成工程で形成された凹部内に球レンズを形成するレンズ形成工程を有するので、凹部内に球レンズが配されてなる集光素子を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る集光素子の製造方法により製造される開口ブロープの一例を示す断面図である。

【図2】開口ブロープの製造方法における開口が形成された基板の一例を示す断面図である。

【図3】基板上に感光レジストを形成したときの一例を示す断面図である。

【図4】基板の他方の面から紫外線光を照射して、露光領域を形成するときの一例を示す断面図である。

【図5】基板上の感光レジストを除去したときの一例を示す断面図である。

【図6】本発明に係る集光素子の製造方法により製造される開口ブロープの他の一例を示す断面図である。



(9)

特開平 1 1 - 2 5 8 4 0 9

【図 7】従来の開口プローブの一例を示す断面図である。

【符号の説明】

1, 2 0 開口プローブ、3, 2 4 半球レンズ、2  
b, 2 2 凹部